

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. Februar 2002 (14.02.2002)

PCT

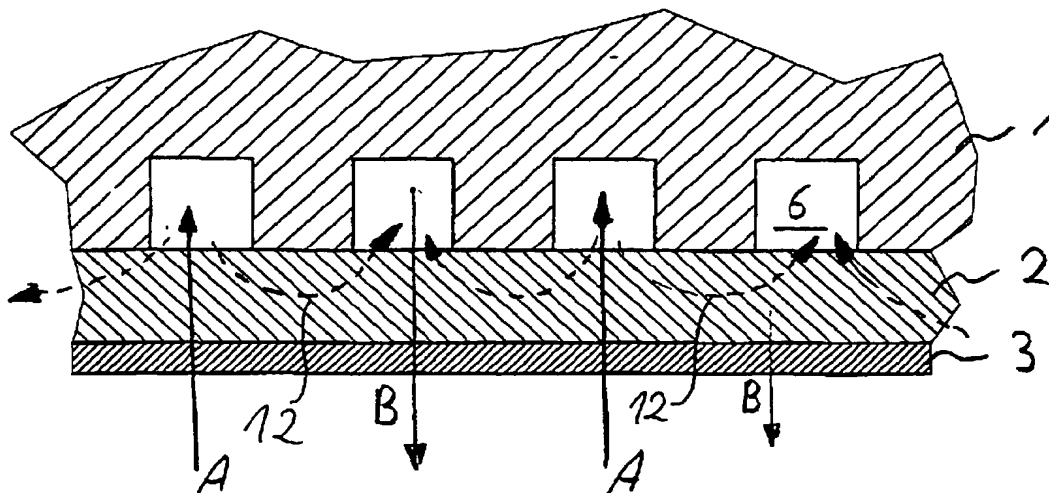
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/13287 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01M (71) Anmelder und
(72) Erfinder: HÖLLER, Stefan [DE/DE]; Fischergroße 40,
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/02923 23552 Lübeck (DE). KÜTER, Uwe [DE/DE]; Dorotheen-
straße 40, 23564 Lübeck (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 6. August 2001 (06.08.2001) (74) Anwälte: WILCKEN, Thomas usw.; Bei der Lohmühle
23, 23554 Lübeck (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
(30) Angaben zur Priorität: 100 38 589.3 8. August 2000 (08.08.2000) DE LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTROCHEMICAL CELL

(54) Bezeichnung: ELEKTROCHEMISCHE ZELLE



(57) Abstract: The invention relates to a fuel cell that operates with a polymer electrolyte membrane (3), on which gas diffusion electrodes (2) are arranged on both sides and are covered by an end plate (1) or a bipolar plate. The end plate or bipolar plate (1) is provided with a gas supplying network of channels and with a gas evacuating network of channels (6), said networks being delimited and separated from one another by the gas diffusion electrode (2). The supplied gas must therefore travel through the gas diffusion electrode (2), in order to reach the evacuating channel system from the supply channel system.

(57) Zusammenfassung: Die Brennstoffzelle arbeitet mit einer Polymerelektrolytmembran (3), auf der beidseitig Gasdiffusions-
elektroden (2) angeordnet sind, die von einer Endplatte (1) oder Bipolarplatte überdeckt werden. Die End- bzw. Bipolarplatte (1)
ist mit einem gaszuführenden und einem gasabführenden Kanalnetz (6) versehen, die durch die Gasdiffusionselektrode (2) begrenzt
und voneinander getrennt sind. Das zugeführte Gas muss also durch die Gasdiffusionselektrode (2) wandern, um vom zuführenden
in das abführende Kanalsystem zu gelangen.

WO 02/13287 A2



SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

Elektrochemische Zelle

Die Erfindung betrifft eine elektrochemische Zelle, insbesondere eine Brennstoffzelle gemäß den im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

Derartige elektrochemische Zellen werden insbesondere als Brennstoffzellen, aber auch als Elektrolysezellen eingesetzt. Sie weisen eine Polymerelektrolytmembran auf, die gasdicht, aber ionendurchlässig ist. Zu beiden Seiten der Polymerelektrolytmembran sind Gasdiffusionselektroden angeordnet, die zur Membran hin mit einem geeigneten Metall, beispielsweise Platin, als Katalysator versehen sind. Die Gasdiffusionselektroden sind üblicherweise Matten aus grafitisiertem Gewebe, die elektrisch leitend und gasdurchlässig sind. Diese Gasdiffusionselektroden werden auf ihrer der Membran abgewandten Seite durch eine bipolare Platte oder eine Endplatte abgeschlossen, über welche das Gas, das in der Brennstoffzelle katalytisch oxidiert wird bzw. im Elektrolyseur entsteht, geführt wird. Hierzu weist die bipolare Platte bzw. die Endplatte ein in der Regel verzweigtes Kanalsystem auf, durch welches bei der Brennstoffzelle das Gas entlang der Gasdiffusionselektrode geführt wird. Dieser Kanal ist als offene Nut ausgebildet und an einer Seite durch die Gasdiffusionselektrode begrenzt, so dass das Gas über eine große Fläche in die Gasdiffusionselektrode eindringen kann. Dabei ist es üblich, das Reaktionsgas im Überschuss zu führen, damit die Elektrode stets ausreichend versorgt ist. Solche elektrochemischen Zellen werden zu einer Vielzahl aufeinander angeordnet und in Reihe geschaltet.

30

Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine elektrochemische Zelle, insbesondere Brennstoffzelle, der eingangs beschriebenen Art so auszubilden, dass sie kostengünstig herstellbar ist und dass insbesondere auch eine gleichmäßige Gasverteilung in der Gasdiffusionselektrode im Brennstoffzellenbetrieb erfolgt.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung angegeben.

Grundgedanke der vorliegenden Erfindung ist es, die Kanalanordnung so vorzusehen, dass das der Gasdiffusionselektrode zuzuführende Gas nicht ausschließlich längs dieser Elektrode, sondern durch diese Elektrode hindurch zwangsgeführt wird. Dadurch, dass Gaszufuhr und Gasabfuhr über gesonderte Kanäle erfolgt, die keine direkte Kanalverbindung zueinander haben, wird das Gas durch die Gasdiffusionselektrode zwangsgeführt. Hierdurch wird das Reaktionsgas wesentlich intensiver in den Bereich der katalytisch wirkenden Metalle auf der Gasdiffusionselektrode gebracht, wodurch die katalytische Verbrennung intensiviert wird und bei geeigneter Druckbeaufschlagung der Zelle mit wesentlich weniger Gasüberschuss gearbeitet werden kann als bei Zellen nach dem Stand der Technik.

Vorteilhaft werden die Kanäle für die Gaszufuhr und die Gasabfuhr, die durch entsprechende Nuten in der bipolaren Platte bzw. der Endplatte gebildet sind, so angeordnet, dass jeweils ein zuführender Kanal benachbart zu einem abführenden Kanal liegt. Wenn dann das Kanalsystem fein verteilt über die gesamte zur Verfügung stehende Fläche in dieser Weise ausgebildet wird, dann wird eine intensive Durchströmung der Gasdiffusionselektrode in dem gesamten wirk-samen Elektrodenbereich erreicht. Die Kanäle gemäß der Erfindung (Mikrokanäle) können im Vergleich zu Kanälen nach dem Stand der Technik einen wesentlich kleineren Querschnitt aufweisen, da sich hinsichtlich des Strömungs-

widerstandes die Querschnitte der Einzelkanäle addieren und nicht wie beim Stand der Technik, wo eine mäanderförmige Kanalführung erfolgt, der Strömungswiderstand durch den kleinsten Kanalquerschnitt wesentlich bestimmt ist. Dies hat den weiteren wesentlichen Vorteil, dass das Verhältnis von Auflagefläche zu Kanalfläche - in Draufsicht auf die bipolare Platte bzw. Endplatte von der Elektrode aus gesehen - wesentlich vergrößert werden kann. Während beim Stand der Technik dieses Verhältnis bei etwa 1:1 liegt, kann durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung die Auflagefläche, mit der die bipolare Platte bzw. die Endplatte an der Gasdiffusionselektrode unmittelbar anliegt, auf 75 % (bevorzugt zwischen 70 und 80 %) der Gesamtfläche oder auch noch mehr gesteigert werden, ohne die Gaszu- bzw. -abfuhr zur bzw. aus der Gasdiffusionselektrode zu verringern. Dadurch, dass diese Auflagefläche wesentlich vergrößert werden kann, kann die Gasdiffusionselektrode weicher und elastischer ausgestaltet werden, wodurch die Herstellungskosten erheblich verringert werden. Bei Brennstoffzellen nach dem Stand der Technik ist es beispielsweise üblich, die Gasdiffusionselektrode zweischichtig auszubilden, wobei eine an der Membran anliegende weichere, elastische Schicht vorgesehen ist, die von einer härteren, an der Bipolarplatte bzw. der Endplatte anliegenden Schicht abgedeckt wird. Letztere, in der Herstellung teurere Schicht kann durch die vorliegende Erfindung völlig entfallen, da keine harte Abstützung mehr erforderlich ist. Es kann für die Gasdiffusionselektrode ein vergleichsweise weicher und elastischer Werkstoff verwendet werden, der kostengünstig als Rollenware verfügbar ist. Hierdurch können die Herstellungskosten insbesondere in der Serien- und Massenproduktion ganz erheblich gesenkt werden.

Bevorzugt wird eine Vielzahl von Gaszufuhr- und Gasabfuhrkanälen nebeneinander angeordnet, so dass eine breitfächerige und vom Strömungsquerschnitt günstigere Verteilung entsteht. Diese Mikrokanalstruktur ermöglicht eine großflächige und gleichmäßige Einleitung des Gases in die Gasdiffusionselektrode bzw. beim Einsatz als Elektrolyseur zur Abfuhr aus dieser Elektrode. Insbesondere beim Brennstoffzellenbetrieb kann dadurch, dass nur noch eine

vergleichsweise kleine Überschussmenge an Gas durchgesetzt wird, dem Austrocknen der Membran auf der Sauerstoffseite weiter entgegengewirkt werden.

5 Dabei kann es vorteilhaft sein, die Kanäle zur Gasdiffusionselektrode hin aufgeweitet auszubilden, so dass sich beispielsweise ein trapezförmiger Kanalquerschnitt ergibt. Darüber hinaus wird eine intensive Einleitung in die Gasdiffusionselektrode durch eine entsprechend fein verästelte Kanalführung gewährleistet.

10 Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Endplatte einer Brennstoffzelle gemäß der Erfindung in Draufsicht,

15

Fig. 2 eine Stirnansicht der Platte gemäß Fig. 1,

Fig. 3 einen Schnitt längs der Schnittlinie III-III in Fig. 2 und

20 Fig. 4 in vergrößerter Darstellung einen Schnitt längs der Schnittlinie IV-IV in Fig. 1.

Die hier nicht im Einzelnen dargestellte Brennstoffzelle entspricht in ihrem Aufbau dem beispielsweise aus DE 195 44 323 A1 beschriebenen. Eine elektrisch leitende, jedoch gasdichte Endplatte 1 liegt flächig an einer Gasdiffusionselektrode 2 an, die aus einem karbonisierten Kohlefaservlies besteht, ebenfalls elektrisch leitend ist und die auf der der Endplatte 1 abgewandten Seite katalytisch beschichtet, d. h. mit Platinpartikeln versehen ist. Diese Gasdiffusionselektrode 2 liegt an einer Polymerelektrolytmembran 3 an, die gasdicht, jedoch ionendurchlässig ist. Zur anderen Seite der Polymerelektrolytmembran 3 ist der Aufbau entsprechend, wobei im Brennstoffzellenbetrieb seitlich durch die

25

30

Endplatte 1 bzw. die zur anderen Seite der Polymerelektrolytmembran 3 angeordnete Endplatte Wasserstoff bzw. Sauerstoff zugeführt werden, die katalytisch zu Wasser oxidiert werden, wobei elektrische Energie frei wird, die an den Endplatten abgegriffen wird.

5

Wenn mehrere solcher Zellen zu einem Stack zusammengesetzt werden, dann ist der Aufbau entsprechend, wobei zwei Endplatten benachbarter Zellen aneinander liegen oder in Form einer Bipolarplatte als gemeinsame Platte ausgebildet sind.

10

Eine solche Endplatte 1 ist anhand der Figuren dargestellt. Die Fig. 1 zeigt dabei die zur Gasdiffusionselektrode 2 weisende Seite der Endplatte 1. Wie sich aus Fig. 1 ergibt, sind in der zur Elektrode 2 gerichteten Seite der Endplatte 1 zahlreiche alternierend und ineinandergreifend angeordnete Reihen 4, 5 von Mikrokanälen 6 vorgesehen. Diese Mikrokanäle 6 haben einen im Wesentlichen quadratischen Querschnitt und sind durch entsprechende nutartige Ausnehmungen in der Oberfläche der Endplatte 1 gebildet. Sie werden auf ihrer freien Seite durch die angrenzende Gasdiffusionselektrode 2 begrenzt.

15

Jeder Mikrokanal 6 ist über einen mittig angeordneten und senkrecht dazu verlaufenden bohrungsartigen Kanal 7 mit einem dahinter liegenden, in Richtung der jeweiligen Reihe 4 oder 5 verlaufenden Hauptkanal 8 bzw. 9 verbunden. Die Reihen 4 und 5 von Mikrokanälen sind jeweils über nebeneinander angeordnete Hauptkanäle 8, 9 verbunden, wobei die Hauptkanäle 8 der Reihen 4 an der in Fig. 2 sichtbaren Stirnseite 10 und die der Reihen 5 an der anderen (in Fig. 2 nicht sichtbaren) Stirnseite 11 münden. Es sind also über die in der Stirnseite 10 mündenden Hauptkanäle 8 die Reihen 4 von Mikrokanälen 6 miteinander verbunden und über die Hauptkanäle 9 die Reihen 5 von Mikrokanälen 6, die über die Stirnseite 11 zugänglich sind. Dabei ist die Anordnung der Mikrokanäle benachbarter Reihen 4 und 5 kammartig ineinandergreifend, so dass benachbarte Mikrokanäle 6 stets unterschiedlichen Kanalsystemen zu-

25

30

geordnet sind. Dabei sind auch die Hauptkanäle 8 und 9 alternierend angeordnet, wie sich dies insbesondere aus Fig. 3 ergibt.

Es sind also in der Endplatte 1 zwei durch die Gasdiffusionselektrode 2 bzw. die
5 Endplatte selbst voneinander getrennte, jedoch in sich miteinander leitungs-
verbundene Kanalsysteme vorhanden, von denen eins zur Gaszufuhr und das
andere zur Gasabfuhr dient. Da die Endplatte 1 gasdicht ist, kann das Gas von
einem zum anderen Kanalsystem nur über die Gasdiffusionselektrode 2 ge-
langen, wodurch sichergestellt ist, dass das Gas nicht nur, wie beim Stand der
10 Technik üblich, an der Gasdiffusionselektrode 2 vorbeiströmt, sondern durch
diese hindurchströmen muss. Dies verdeutlicht am besten Fig. 4, wo die Strö-
mungsrichtung anhand von Pfeildarstellungen erkennbar ist. Die mit A gekenn-
zeichneten Pfeile kennzeichnen dabei Mikrokanäle des zuführenden Kanal-
systems und die mit B gekennzeichneten solche des abführenden Gassystems. Es
15 wird also deutlich, dass, um von A nach B zu gelangen, die Gasdiffusionselek-
trode 2 durchdrungen werden muss, so wie das durch die Pfeile 12 in Fig. 4
kenntlich gemacht ist.

Bezugszeichenliste

5	1	-	Endplatte
	2	-	Gasdiffusionselektrode
	3	-	Polymerelektrolytmembran
	4	-	Reihe
	5	-	Reihe
10	6	-	Mikrokanäle
	7	-	bohrungsartige Kanäle
	8	-	Hauptkanäle zur Reihe 4
	9	-	Hauptkanäle zur Reihe 5
	10	-	Stirnseite
15	11	-	Stirnseite
	12	-	Pfeil in Fig. 4

ANSPRÜCHE

5

1. Elektrochemische Zelle, insbesondere Brennstoffzelle, mit Polymerelektrolytmembran (3), mit mindestens einer dazu benachbart angeordneten Gasdiffusionselektrode (2) und mit mindestens einem gasführenden Kanal (6), der zu
10 einer Seite von der Gasdiffusionselektrode (2) begrenzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Kanal (6) für die Gaszufuhr (A) und ein weiterer Kanal (6) für die Gasabfuhr (B) vorgesehen sind, welche durch die Gasdiffusionselektrode (2) begrenzt und voneinander getrennt sind.
- 15 2. Elektrochemische Zelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zahlreiche Kanäle (6) für die Gaszufuhr (A) und für die Gasabfuhr (B) gebildet sind, die flächig über die Gasdiffusionselektrode (2) verteilt und an diese angrenzend so angeordnet sind, dass ein Gas zuführender Kanal (6) benachbart zu einem Gas abführenden Kanal (6) liegt.
- 20 3. Elektrochemische Zelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (6) in einer gasdichten Endplatte (1) oder Bipolarplatte angeordnet sind, wobei die zur Gasdiffusionselektrode (2) offenen Kanäle in Reihen (4, 5) nebeneinander angeordnet und mit längs der
25 Reihen (4, 5) verlaufenden Kanälen (8, 9) leitungsverbunden sind, die zu einer Seite (10 oder 11) der End- oder Bipolarplatte (1) geführt sind.
4. Elektrochemische Zelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (6) zur Gasdiffusionselektrode (2) hin
30 aufgeweitet ausgebildet sind.

5. Elektrochemische Zelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Gasdiffusionselektrode (2) hin angrenzende Fläche der Kanäle (6) 20 % bis 30 % der zur Gasdiffusionselektrode (2) hin wirksamen Fläche der Endplatte (1) oder Bipolarplatte bildet.

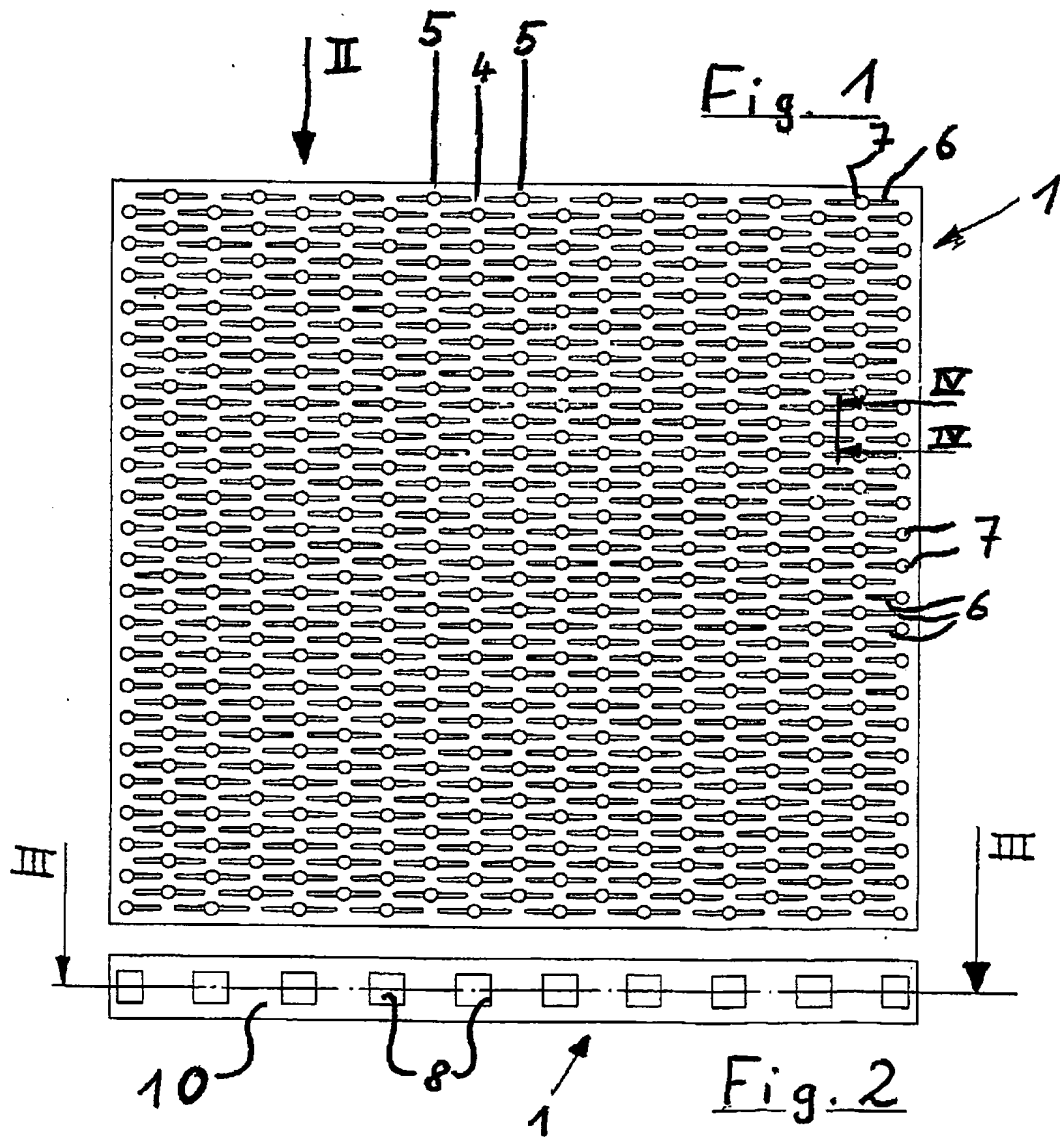


Fig. 3

